

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction.)

2.026.088

(21) N° d'enregistrement national :
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

69.43105

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

1^{re} PUBLICATION

(22) Date de dépôt..... 12 décembre 1969, à 14 h 13 mn.
(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 11-9-1970.

(51) Classification internationale (Int. Cl.).... F 28 f 21/00.
(71) Déposant : Société dite : THE DUNLOP COMPANY LIMITED. Société à
Responsabilité Limitée, résidant en Grande-Bretagne.

Mandataire : Jean Casanova, Ingénieur-Conseil.

(54) Éléments d'échange de chaleur.

(72) Invention :

(33) (32) (31) Priorité conventionnelle : *Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne
le 13 décembre 1968, n° 59.404/68 au nom de la demanderesse.*

La présente invention se rapporte d'une façon générale aux éléments d'échange de chaleur et elle concerne, plus particulièrement, des éléments d'échange de chaleur pour fluides du type dans lequel une cloison sépare des fluides qui sont à des températures différentes et dans lequel la chaleur est transférée du fluide chaud au fluide froid à travers cette cloison.

Des éléments d'échange de chaleur de ce genre sont utilisés, par exemple, dans les radiateurs d'automobiles, les dispositifs de refroidissement de l'huile du moteur, les appareils de chauffage de liquides et les condenseurs de vapeur.

Le taux auquel la chaleur traverse la cloison d'un élément d'échange de chaleur du type décrit dépend de la surface de contact de la cloison et, pour faciliter la transmission de la chaleur, une technique bien connue consiste à munir une surface de la cloison de protubérances afin d'augmenter la surface de contact de cette cloison. Dans un élément d'échange de chaleur d'un modèle courant, dans lequel un liquide chaud s'écoule dans un tube et l'air froid circule autour de la surface extérieure de ce tube, il est connu de fixer des ailettes par soudage ou par brasage à la surface extérieure du tube en vue d'en augmenter la surface de contact. Des protubérances peuvent également être formées sur la surface intérieure du tube, par exemple sous forme de fils métalliques spiralés, toujours pour faciliter la transmission de chaleur du liquide au tube.

Cependant, dans un élément d'échange de chaleur entre deux fluides, il est également souhaitable d'assurer un écoulement rapide des fluides au voisinage de la cloison et, à cet égard, l'utilisation de protubérances présente l'inconvénient d'entraver l'écoulement des fluides.

La présente invention a pour but de réaliser un élément perfectionné d'échange de chaleur.

Selon la présente invention, un élément d'échange de chaleur comprend une cloison qui est exposée, sur une face au moins, à un courant de fluide, et une structure en mousse métallique ou céramique disposée en contact avec au moins une partie de ladite face, la structure en mousse étant sous forme d'un réseau poreux, continu, d'un seul tenant et tridimensionnel de matière métallique ou céramique, définissant une multitude d'espaces cellulaires qui communiquent les uns avec les autres

de manière à établir une phase spatiale continue.

Egalement selon l'invention, un procédé de fabrication d'un élément d'échange de chaleur du type spécifié dans le paragraphe précédent et comprenant de la mousse métallique,

5 consiste à déposer un métal par voie électrolytique sur une matière poreuse maintenue en contact avec une cloison de manière à former un élément composite d'échange de chaleur qui comprend une cloison à revêtement intégré et une structure tridimensionnelle en mousse métallique du type décrit plus haut.

10 La cloison peut être exposée aux courants de fluides sur chaque face et une structure de mousse peut être montée en contact avec chaque côté de la cloison.

Avec un tel agencement, le rapport de la surface de contact spécifique à la surface de contact apparente de la structure en mousse est élevé et, en même temps, la phase spatiale continue assure l'écoulement des fluides à travers la structure avec un minimum d'entrave.

La structure en mousse peut comprendre une mousse métallique du type décrit dans les demandes de brevets britanniques N° 31.145/66 et 2.110/67 toutes deux au nom de la Demanderesse. On peut obtenir cette mousse métallique, par exemple, par électrodéposition du métal sur une matière poreuse. Cette matière poreuse peut être un agglomérat de fibres, par exemple une matière feutrée, ou une matière similaire à une éponge ou une mousse, comme une mousse résineuse naturelle ou synthétique. La matière poreuse peut rester dans le métal ou elle peut en être éliminée, par exemple par chauffage pour faire fondre la matière ou pour l'éliminer sous forme de cendres. Pour former la mousse métallique, on peut par exemple déposer le métal par voie électrolytique sur une mousse de polyuréthane, surtout une mousse réticulée de polyuréthane. On rend la mousse électriquement conductrice avant l'électrodéposition, par exemple en traitant cette mousse avec une poudre métallique ou de la poudre de graphite. Parmi les métaux que l'on peut déposer efficacement par électrodéposition sur une mousse ainsi traitée, on mentionnera le nickel, le chrome, le cuivre, le fer, le zinc et le cadmium.

De préférence, on maintient la structure en mousse métallique en contact avec la cloison par une technique de fixation appropriée, telle que le soudage ou le brasage. On peut fixer la structure en mousse métallique à une cloison métallique par

un procédé électrolytique du type décrit dans la demande de brevet français P.V. N° 69 06 900 du 12 MARS 1969 au nom de la même Demanderesse, dans lequel on utilise la cloison et la matière poreuse comme cathode. On obtient ainsi un élément composite d'échange de chaleur qui comprend une cloison à revêtement intégré et une structure tridimensionnelle en mousse métallique.

La description qui va suivre en regard du dessin annexé, donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 est une vue schématique d'un élément d'échange de chaleur selon l'invention.

La figure 2 est une vue schématique d'un élément d'échange de chaleur d'un type modifié, comportant une série de tubes.

La figure 3 est une vue schématique, avec coupe partielle, d'une variante de réalisation d'élément d'échange de chaleur également selon l'invention.

La figure 4 est une vue schématique de l'élément représenté à la figure 3 muni d'une cuve collectrice.

Les figures 5 et 6 sont des vues schématiques d'un autre type d'élément échangeur de chaleur également selon l'invention.

Les figures 7 et 8 sont des vues schématiques d'un autre type d'élément échangeur de chaleur, selon l'invention, dans lequel de la vapeur d'eau peut être engendrée ou, au contraire, condensée.

La figure 9 est une vue schématique d'un élément d'échange de chaleur selon l'invention appliqué au corps d'un cylindre.

La figure 10 est une vue schématique d'un élément d'échange de chaleur selon l'invention appliqué à la culasse d'un cylindre.

La figure 11 est une coupe schématique d'une structure en mousse métallique destinée à servir dans un élément d'échange de chaleur selon l'invention.

La figure 12 est une vue schématique, avec coupe partielle, d'un élément d'échange de chaleur selon l'invention étudié pour produire de la micro-turbulence.

BAD ORIGINAL

La figure 13 est une vue schématique, avec coupe partielle, d'un élément d'échange de chaleur selon l'invention, étudié pour promouvoir la transmission de chaleur à double mode.

5 Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, un élément d'échange de chaleur 1 comprend une conduite 2 à paroi mince, de coupe transversale circulaire, et comportant un tampon cylindrique 3 en mousse métallique fixé à la surface intérieure 4 d'une partie de la conduite. La conduite traverse
10 un alésage axial 5 pratiqué dans un bloc rectangulaire 6 en mousse métallique et la surface extérieure 7 du tronçon de la conduite, situé à l'intérieur du bloc de mousse métallique, est fixée à ce bloc.

La mousse métallique est du type décrit dans les
15 demandes de brevet britanniques précitées N° 31.145/66 et 2.110/67. Le tronçon de la conduite situé à l'intérieur du bloc 6 a subi un étamage préalable sur les deux surfaces 4 et 7, aussi bien le tampon 3 que le bloc 6 en mousse métallique étant fixés à la conduite par soudage ou brasage. Dans une variante
20 de réalisation, la mousse métallique est fixée à la conduite par le procédé électrolytique selon la demande de brevet français précitée.

Un liquide chaud circule à travers le tampon de mousse métallique dans la conduite, et l'air circule autour
25 de la surface extérieure de la conduite et à travers le bloc de mousse métallique. La conduite joue le rôle d'une cloison qui sépare le liquide chaud de l'air.

Le tampon en mousse métallique à l'intérieur de la conduite facilite la transmission de chaleur du liquide à la
30 conduite elle-même. La présence du bloc de mousse métallique facilite la transmission de la chaleur de la conduite à l'air.

Dans une variante du mode de réalisation décrit, variante qui est représentée sur la figure 2, une série de conduites 8, contenant chacune un tampon de mousse métallique
35 (non représenté) fixé à la surface intérieure d'une partie de chaque conduite, sont disposées dans des alésages parallèles 9 ménagés dans un bloc de mousse métallique 10 de grande dimension. Les extrémités des conduites 8 à chaque bout du bloc sont reliées ensemble à l'aide de collecteurs 11 et 12 respectivement.

BAD ORIGINAL

Dans un second mode de réalisation de l'invention (figures 3 et 4), un élément d'échange de chaleur 13 comprend deux tôles 14 et 15, présentant chacune une première face 16, 17 et une seconde face 18, 19, et une feuille de mousse métallique fixée à chaque face. Les deux tôles sont parallèles et la première face d'une tôle est en regard de la première face de la seconde tôle. Les bords opposés 24, 25 de la tôle 14 sont fixés aux deux bords correspondants 26, 27 de la seconde tôle 15 par une technique appropriée quelconque, par exemple par sertissage, soudage par résistance, soudage à l'étain ou brasage. De cette façon, la mousse métallique fixée à la première face d'une tôle est en contact avec la mousse métallique fixée à la première face de l'autre tôle et on obtient ainsi une cloison étanche qui sépare la mousse métallique fixée à la première face de chaque tôle à la mousse métallique fixée à la seconde face de chaque tôle, et ceci sur toute la longueur de l'élément d'échange de chaleur.

Un liquide chaud s'écoule à travers les feuilles 20, 22 de mousse métallique qui sont en contact avec les premières faces des tôles et l'air circule à travers les feuilles 21, 23 de mousse métallique fixées aux secondes faces des deux tôles.

Deux ou plusieurs éléments d'échange de chaleur 13, 28 du type décrit ci-dessus peuvent être combinés pour former un empilage, un tel empilage étant représenté sur la figure 3 et étant destiné à servir comme radiateur d'automobile. Les éléments sont disposés parallèlement les uns aux autres et la feuille de mousse métallique 23 fixée à la seconde face de la tôle 15 de l'élément 13 est également fixée à la seconde face en regard 29 de la tôle 30 de l'élément adjacent 29, de sorte que la feuille de mousse métallique 23 est prise en sandwich entre les secondes faces des tôles 15 et 30. Un réservoir collecteur 31 est également prévu (figure 4) pour distribuer du liquide chaud aux feuilles de mousse métallique entre les premières faces des tôles de tous les éléments.

Dans un troisième mode de réalisation représenté sur les figures 5 et 6, un élément d'échange de chaleur 32 comprend un plateau métallique 33 comportant deux feuilles 34 et 35 de mousse métallique séparées par une cloison horizontale en tôle 36, à laquelle les deux feuilles 34 et 35 sont fixées et qui est installée à l'intérieur du plateau pour diviser celui-ci

en deux compartiments séparés. Des raccords d'entrée 37 et de sortie 38 sont prévus dans les parois latérales du plateau à proximité immédiate de chaque feuille en mousse métallique. Une plaque 39 formant couvercle est installée sur le
5 dessus du plateau afin de fermer hermétiquement le compartiment qui contient la feuille supérieure 34 en mousse métallique.

Un liquide chaud s'écoule à travers la feuille supérieure 34 en mousse métallique entre la tôle 36 et le couvercle 39, alors qu'un liquide froid s'écoule à travers la feuille
10 inférieure 35 en mousse métallique entre la tôle 36 et le fond du plateau 33. Cette feuille métallique joue le rôle d'une cloison qui sépare les deux liquides, alors que les feuilles de mousse métallique facilitent la transmission de la chaleur du liquide chaud à la cloison et ensuite au liquide froid.

On peut combiner deux ou plusieurs éléments d'échange de chaleur, en réalisant un assemblage emboîté de plateaux, comme on peut le voir sur la figure 6 et, dans ce cas, seul le plateau supérieur nécessite un couvercle 39, car le fond de chaque plateau constitue le couvercle pour le plateau situé immédiatement
20 au-dessous de lui. Les compartiments des divers éléments à travers lesquels le liquide chaud doit s'écouler peuvent être réunis les uns aux autres par une conduite extérieure 53 ou plusieurs conduites de ce type. Un montage analogue peut être utilisé pour les compartiments destinés à l'écoulement du liquide
25 froid.

Si des pressions élevées sont mises en jeu, la feuille inférieure en mousse métallique de chaque plateau doit être solidement assujettie au fond de ce plateau.

Dans un quatrième mode de réalisation de l'invention
30 qui est représenté sur les figures 7 et 8, un élément d'échange de chaleur 40 comprend un tube à spires 41 placé entre deux manchons coaxiaux 42, 43 en mousse métallique et fixé à ces deux manchons.

Un tel élément d'échange de chaleur peut être utilisé
35 comme un générateur de vapeur dans lequel on fait passer l'eau à travers le tube 41 et on brûle un combustible du type à combustion "propre", par exemple du gaz naturel, dans une chambre de combustion 44 délimitée par le manchon central 43.

On peut également utiliser cet élément d'échange de
40 chaleur comme un condenseur, dans lequel on fait passer de la

vapeur d'eau dans le tube 41 et on permet une circulation d'air froid à travers la mousse métallique.

Le tube 41 joue le rôle d'une cloison qui sépare le liquide circulant à l'intérieur du tube de l'air qui circule à travers la mousse métallique. Sur la figure 8 on a représenté une coupe du manchon extérieur 42. Les rainures semi-circulaires 45 coopèrent avec des rainures analogues formées dans la surface extérieure du manchon intérieur 43 (qui est représenté séparément) pour recevoir le tube 41.

Dans un cinquième mode de réalisation de l'invention (figures 9 et 10), une couche de mousse métallique est fixée à la surface extérieure du cylindre d'un moteur à combustion interne ou d'un compresseur. La figure 9 montre une chemise de refroidissement 46 en mousse métallique fixée aux surfaces externes 47 du corps 48 d'un cylindre alors que la figure 10 représente une chemise analogue 49 mais fixée à la surface extérieure 50 de la culasse 51 d'un cylindre.

Les parois du cylindre jouent le rôle d'une cloison qui sépare les gaz chauds, circulant à l'intérieur du cylindre, de la mousse métallique qui est exposée à un courant d'air de refroidissement.

La figure 11 représente la structure en mousse métallique que l'on utilise dans les éléments d'échange de chaleur décrits précédemment. La mousse présente une structure métallique tridimensionnelle qui peut être comparée à une multitude d'armatures contiguës, réunies les unes aux autres et ayant chacune la forme approximative d'un dodécaèdre, dont les côtés sont constitués de structures sensiblement pentagonales pouvant être formées, par exemple, de brins tels que 55 à 59. Les brins métalliques, qui sont normalement de forme tubulaire, constituent un réseau continu contenant une phase spatiale de liaison.

Le pourcentage du volume total d'un échantillon donné de mousse qui est occupé par la phase spatiale de liaison est d'environ 80 à 97 %. On obtient ainsi une structure métallique extrêmement poreuse.

Dans tous les éléments d'échange de chaleur qui ont été décrits, la mousse métallique est fixée à une cloison pour augmenter efficacement la surface de contact de la cloison sans restreindre par trop l'écoulement du fluide le long de la surface de la cloison. Attendu que la structure en mousse

métallique est extrêmement poreuse, on peut établir un débit adéquat de fluide de refroidissement sans grandes pertes de charge.

La structure interne de la mousse métallique provoque
5 un certain degré de turbulence dans le fluide de refroidissement ou dans le fluide chaud, sans toutefois créer de contrepression excessive, mais en contribuant à l'accroissement du taux de transmission de chaleur.

Cette turbulence participe à l'amélioration du taux
10 de transmission de chaleur, de façon parfaitement indépendante de la conduction de chaleur à travers la mousse métallique elle-même et, pour certaines applications, la mousse métallique peut être remplacée par une mousse céramique.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, qui
15 est représenté à la figure 12, on tire parti de cette capacité de créer de la turbulence pour rompre la couche marginale adjacente à la cloison d'un élément d'échange de chaleur et pour améliorer le taux de transmission de chaleur sans restreindre outre mesure le courant principal de fluide de refroidissement
20 ou de liquide chaud.

L'élément d'échange de chaleur qui est représenté sur la figure 12 comprend une cloison tubulaire 60 disposée dans une enveloppe extérieure 66 de manière à définir un passage 61
25 pour le fluide de refroidissement et un passage intérieur 62 pour le fluide chaud. La cloison 60 est munie de feuilles 63, 64 de mousse métallique qui sont en contact avec chaque face de la cloison, mais ne sont pas obligatoirement fixées à cette cloison. Les épaisseurs des feuilles de mousse métallique 63, 64 sont faibles par rapport à la largeur des passages associés
30 61, 62 et ces épaisseurs représentent deux à trois fois la dimension des pores de la mousse métallique formant chacune desdites feuilles. Ces feuilles provoquent une microturbulence au voisinage de la cloison et, par conséquent, assurent un taux accru de transmission de chaleur sans restreindre outre mesure
35 le courant principal de fluide de refroidissement ou de fluide chaud à travers l'élément d'échange de chaleur.

Pour la mousse métallique que l'on se propose d'utiliser dans un élément d'échange de chaleur du type décrit plus haut, dont le diamètre de la cloison est d'environ 2,5 cm et le
40 diamètre de l'enveloppe extérieure est d'environ 7,5 cm, la

BAD ORIGINAL

dimension appropriée des pores correspond à environ 12 à 24 pores par centimètre linéaire.

L'élément qui vient d'être décrit peut être modifié pour convenir à des applications spéciales, ceci en ne munissant qu'une face de la cloison d'une mince feuille de mousse métallique ou, en variante, en utilisant de la mousse métallique en feuille sur l'une des parois ou sur les deux parois de l'enveloppe extérieure 66.

Dans un autre mode de réalisation représenté sur la figure 13, la construction fondamentale est la même que sur la figure 12.

L'élément d'échange de chaleur comprend une cloison tubulaire 70, qui correspond à la cloison 60 de la figure 12, portant des premières feuilles 73, 74 de mousse métallique en contact avec chaque face de la cloison, sans que ces feuilles soient obligatoirement assujetties à cette cloison. Les épaisseurs des feuilles 73, 74 en mousse métallique sont faibles quand on les considère par rapport aux diamètres de la cloison 70 et de l'enveloppe extérieure 76, et ces épaisseurs, sont du même ordre de grandeur que celles des feuilles 63, 64 représentées sur la figure 12. Les parties 71, 72 de l'élément qui ne sont pas occupées par les feuilles 73, 74 sont entièrement ou partiellement remplies d'une seconde couche de mousse métallique, mais ayant des pores plus gros. Les pores dans cette seconde couche sont répartis à raison d'environ 3,2 à 4 pores par centimètre linéaire.

L'écoulement principal à travers cet élément d'échange de chaleur a lieu dans la seconde couche de mousse, c'est-à-dire dans les parties 71 et 72. Cette mousse, dont les pores sont plus gros, provoque de la macroturbulence dans la masse principale du courant fluide et contribue ainsi à la microturbulence dans la mousse plus finement poreuse qui est adjacente à la cloison. On établit ainsi des conditions qui conviennent pour la transmission de chaleur à double mode, c'est-à-dire une transmission de chaleur par convection de fluide qui est renforcée par la turbulence, et par conduction du métal.

L'accroissement du taux de transmission de chaleur par la mousse métallique en raison de la turbulence provoquée permet d'utiliser les divers éléments d'échange de chaleur qui ont été décrits ci-dessus aussi bien avec un écoulement parallèle qu'avec un écoulement à contre-courant ou un écoulement à angle droit.

REVENDECATIONS

1.- Elément d'échange de chaleur, caractérisé en ce qu'il comprend une cloison qui est exposée, sur une face au moins, à un courant de fluide, et une structure en mousse
5 disposée en contact avec au moins une partie de ladite face, la structure en mousse étant sous forme d'un réseau poreux, continu, d'un seul tenant et tridimensionnel de matière métallique ou céramique, définissant une multitude d'espaces cellulaires qui communiquent les uns avec les autres de manière à
10 établir une phase spatiale continue.

2.- Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cloison est exposée, sur chaque face, à un courant de fluide.

3.- Elément selon la revendication 1 ou 2, caracté-
15 risé en ce qu'une structure en mousse est en contact avec chaque face de la cloison.

4.- Elément selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend une conduite présentant une structure en mousse métallique fixée à au moins une partie de ses surfaces
20 intérieure et extérieure.

5.- Elément selon la revendication 4, caractérisé en ce que la conduite traverse un bloc en mousse métallique et est fixée à ce bloc, un tampon en mousse métallique étant fixé à la surface intérieure d'au moins une partie de la conduite.

25 6.- Elément selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que plusieurs conduites, à une partie de la surface intérieure de chacune desquelles est fixé un tampon en mousse métallique, traversent des alésages parallèles formés dans un bloc en mousse métallique.

30 7.- Elément selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'à chaque bout du bloc, les conduites sont reliées ensemble par des collecteurs.

8.- Elément selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend deux tôles, présentant chacune une pre-
35 mière face et une seconde face, et une feuille de mousse métallique fixée à chaque face, les deux tôles étant parallèles, les feuilles de mousse métallique fixées aux premières faces des tôles respectives étant en contact l'une avec l'autre et les deux bords opposés des deux tôles étant fixés sur la tota-
40 lité de leur longueur aux bords correspondants de l'autre

tôle de manière à isoler hermétiquement les feuilles de mousse entre les premières faces des tôles des feuilles de mousse métallique qui sont fixées aux secondes faces desdites tôles.

5 9.- Elément selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux paires superposées de tôles, une feuille commune de mousse métallique étant fixée aux secondes faces en regard des tôles adjacentes des deux paires.

10 10.- Elément selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'un réservoir collecteur fournit du liquide chaud aux feuilles de mousse métallique entre les premières faces des tôles.

11.- Elément selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend un plateau métallique comportant deux feuilles de mousse métallique séparées par une cloison en
15 tôle disposée à l'intérieur du plateau et fixée à ces deux feuilles, la cloison divisant le plateau en deux compartiments séparés, des raccords pour l'entrée et la sortie des fluides étant prévus pour chaque compartiment, et une plaque formant couvercle recouvrant le dessus du plateau pour isoler le com-
20 partiment qui contient la feuille de mousse métallique supérieure.

12.- Elément selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend un tube en spires entre deux manchons coaxiaux en mousse métallique, la direction étant parallèle
25 aux axes longitudinaux des manchons.

13.- Elément selon la revendication 12, caractérisé en ce que le tube s'étend en suivant des rainures axiales coopé-
rantes qui sont ménagées, respectivement, dans la surface in-
térieure du manchon extérieur et la surface extérieure du
30 manchon intérieur.

14.- Elément selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend un corps de cylindre faisant partie d'un moteur à combustion interne ou d'un compresseur, une
couche de mousse métallique étant fixée à la surface extérieure
35 de ce corps de cylindre.

15.- Elément selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une culasse de cylindre faisant partie d'un moteur à combustion interne ou d'un compresseur, une couche de mousse métallique étant fixée à la surface exté-
40 rieure de cette culasse de cylindre.

16.- Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ou les faces de la cloison exposées à l'écoulement des fluides sont enfermées de manière à définir un ou des passages associés pour les fluides, la structure en mousse étant une feuille mince, cette feuille étant disposée en contact avec la cloison afin de créer de la turbulence dans la couche marginale du courant de fluide associé et promouvoir ainsi un taux accru de transmission de chaleur, l'épaisseur de la feuille étant faible par rapport à la largeur du passage correspondant de sorte que l'écoulement à travers ce passage peut se faire pratiquement sans entrave.

17.- Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ou les faces de la cloison exposées à l'écoulement des fluides sont enfermées de manière à définir un ou des passages associés pour les fluides, la structure en mousse étant sous forme d'une première feuille mince placée en contact avec la cloison de manière à provoquer de la turbulence dans la couche marginale du fluide associé à proximité de la cloison, et une seconde couche de mousse dont les pores sont plus gros et qui remplit au moins partiellement la partie du passage associé qui n'est pas occupée par la première feuille mince, l'épaisseur de cette première feuille étant faible par rapport à la largeur du passage associé.

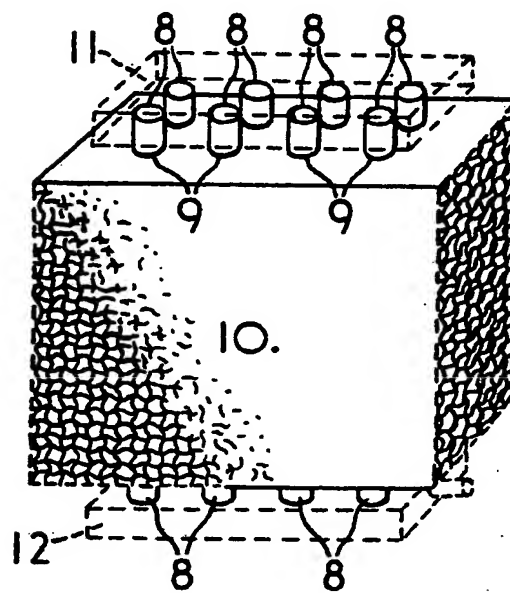
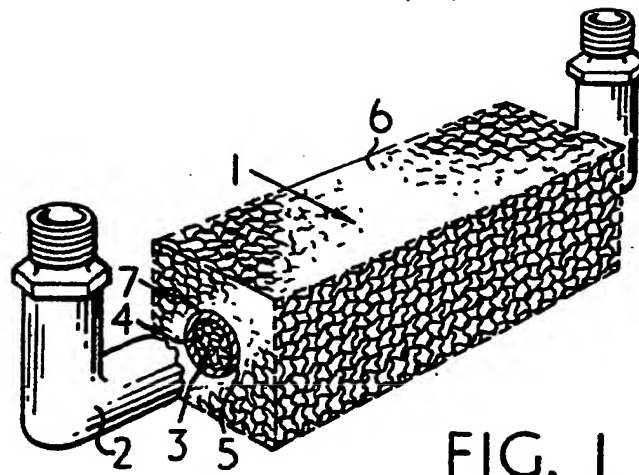
18.- Procédé de fabrication d'un élément d'échange de chaleur selon la revendication 1, comprenant de la mousse métallique, caractérisé en ce qu'il consiste à déposer par voie électrolytique un métal sur une matière poreuse maintenue en contact avec une cloison de manière à former un élément composite d'échange de chaleur qui comprend une cloison à revêtement intégré et une structure tridimensionnelle de mousse métallique.

19.- Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'on chauffe la structure de mousse métallique pour faire fondre la matière poreuse ou pour l'éliminer sous forme de cendres.

20.- Procédé selon la revendication 18 ou 19 caractérisé en ce que la matière poreuse est une mousse de polyuréthane.

21.- Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que la mousse est réticulée.

BAD ORIGINAL



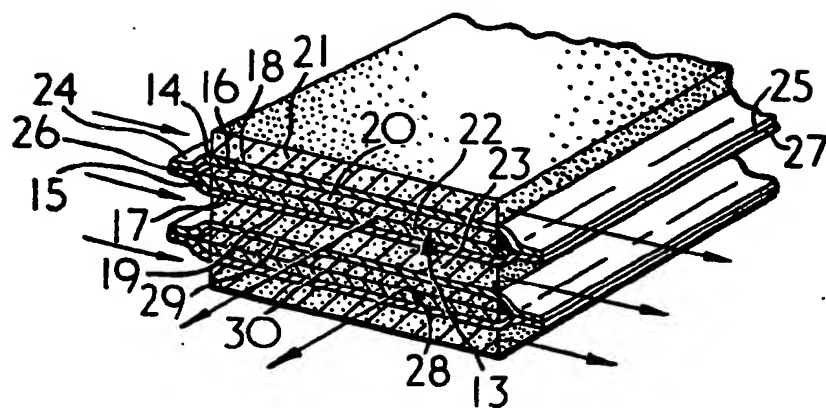


FIG. 3

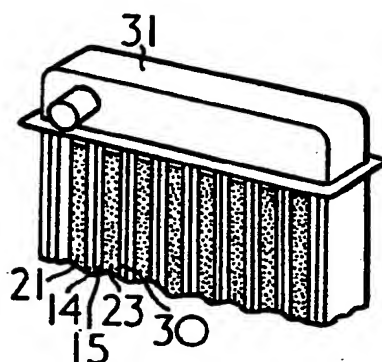


FIG. 4

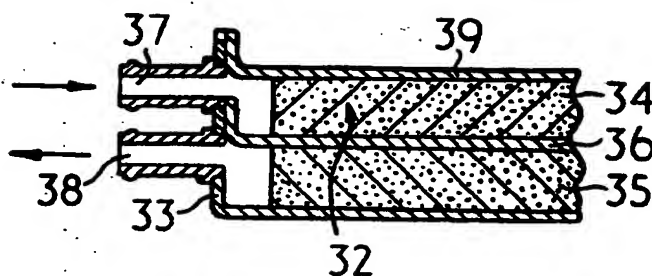


FIG. 5

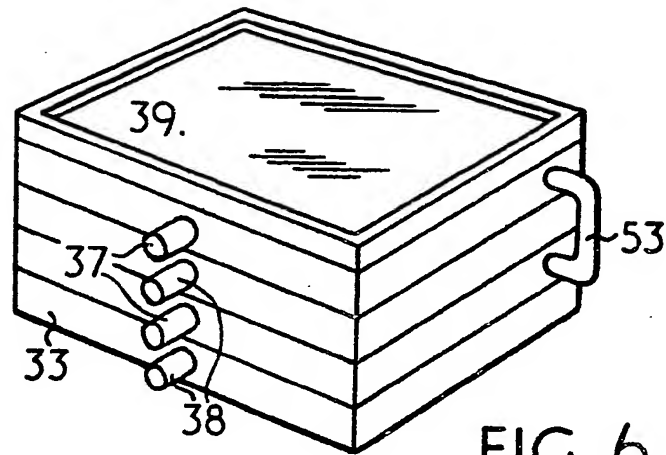


FIG. 6

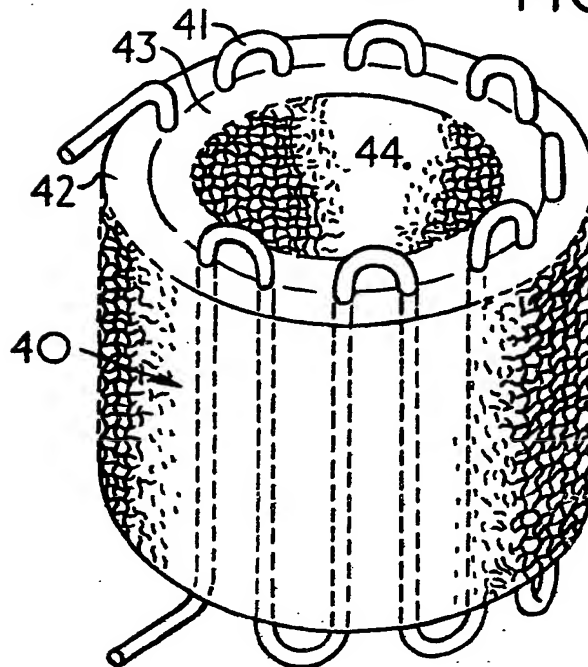


FIG. 7

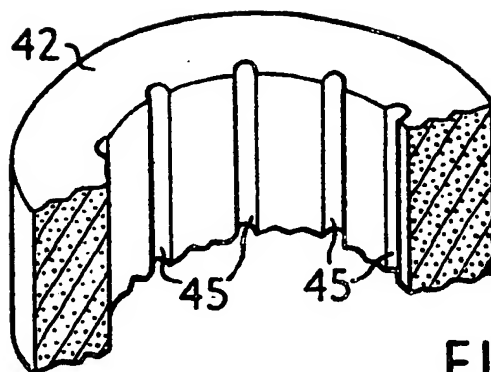


FIG. 8

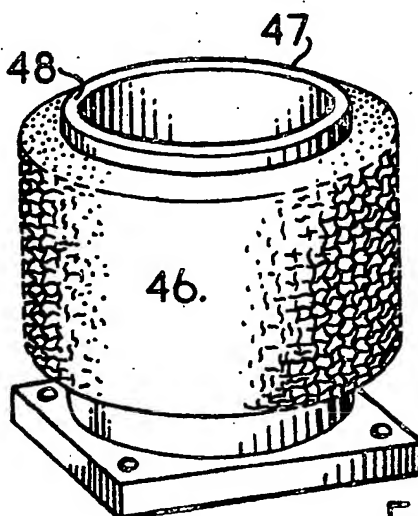


FIG. 9

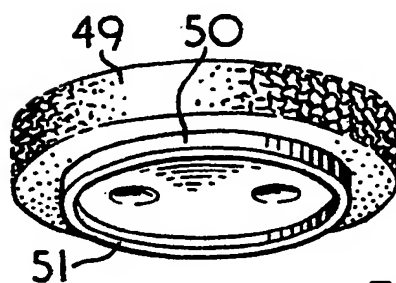


FIG. 10

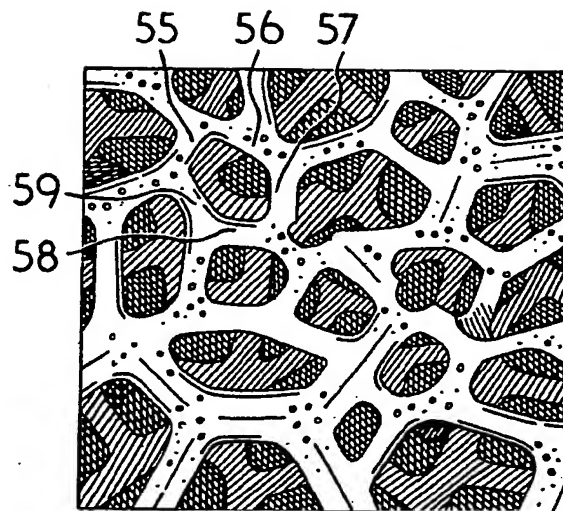


FIG. II

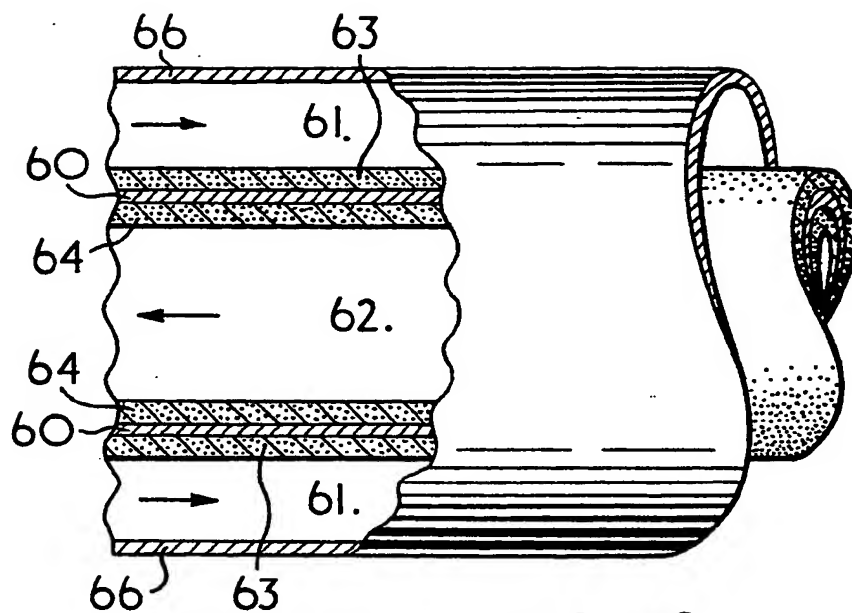


FIG. 12

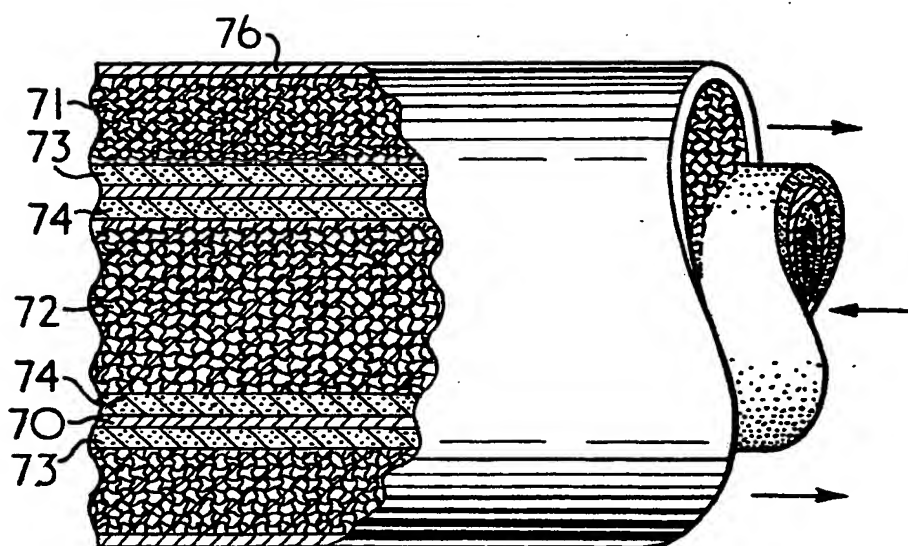


FIG. 13

THIS PAGE BLANK (USPTO)